

Основным достоинством этих устройств является возможность обнаружения как кольцевых, так и вытянутых царапин, а также изменять скорость движения луча по поверхности детали при неизменной частоте вращения последней, что практически легко осуществляется.

3) на основании вышесказанного в качестве оптимального варианта можно выбрать устройства контроля с одним фотоприемником и наиболее перспективным из них - устройство контроля с набором переключаемых осветителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муслимов А.П. Разработка и исследование систем контроля качества изделий оптико-электронными методами. г.Фрунзе., 1979, Труды, ФПИ, 90 с.
2. Фукс-Рабинович Д.И., Епифанов М.В. Оптико-электрические приборы. Л., Машиностроение. Ленинградское отделение. 1979, 362с.
3. An-Shyang Chu and M.A.Butler. Laser surface profiler //Optics Letters, 199. Vol.24 N7. P.457-459.

УДК 656.220

Михалкова Елена Григорьевна – к.т.н., ст. преподаватель (Алматы, АИЭС)

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К УСТРОЙСТВАМ ЗАЩИТЫ ЛИНЕЙНОГО ТРАКТА ИКМ-120, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ЦЕПИ СЦБ

Помехоустойчивость регенераторов в линейном тракте ЦСП ИКМ-120 преимущественно определяется уровнем переходных помех со стороны линейных цепей СЦБ, оказывающих влияние на приемный цифровой сигнал по закону ближнего конца. Действие этих помех в значительной степени определяет длину регенерационного участка ЦСП ИКМ-120 в условиях железнодорожных кабельных магистралей. Напряжения, коммутируемые в линейных цепях СЦБ, а также цепях ПГС и МЖС, могут быть представлены как скачки постоянного напряжения разной полярности и равным временем нарастания. Принятое допущение полностью применимо к скачкам напряжения, возникающим при подключении (отключении) источников питания к цепям СЦБ, имеющим амплитуды до 80 В и помехам, действующим в однопроводных трактах этих цепей. В связи со значительными амплитудами указанных воздействий, возникает задача их уменьшения.

Влияние, вследствие скачка напряжения, можно уменьшить: снижением напряжения источников цепей СЦБ, использованием для передачи модулированных сигналов, ограничением скорости нарастания напряжения в линейной цепи СЦБ. Первые два способа являются эффективными, но не могут быть реализованы на действующих магистралях. Ограничение скорости нарастания может быть достигнуто включением защитных устройств в линейные цепи СЦБ [1,2].

Для этого необходимо определить требования к скорости нарастания напряжения (U) в линейной цепи СЦБ при включении защитного устройства, а также разработать само устройство. Первая часть задачи непосредственно связана с определением длины регенерационного участка ЦСП ИКМ-120 l_{py} . Поэтому, определение значений указанных величин (U и l_{py}) должно осуществляться совместно.

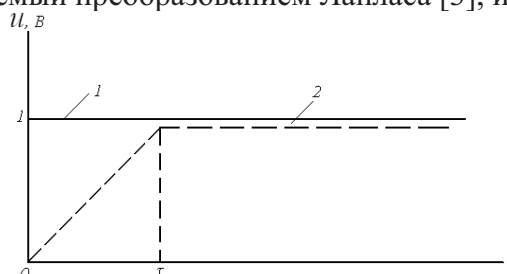
Критерием для решения задачи поиска значений U и I_{py} является минимаксный критерий:

$$L = \min U_n [\max \ell_{py}], \quad (1)$$

При ограничении на $U_{n \max} \leq U_{\text{дин.бл}}$ на входе устройства. Для формирования алгоритма решения задачи рассмотрим модель влияния помех, возникающих на выходе корректирующего усилителя регенератора из-за скачков напряжений при работе линейных цепей СЦБ, рисунок 1. Для удобства анализа примем величину скачка напряжения равной 1В. Спектр напряжения единичного скачка известен и определяется выражением

$$S_1(j\omega) = \frac{1}{j\omega}. \quad (2)$$

При линейном увеличении времени нарастания напряжения до момента τ его спектр напряжения, определяемый преобразованием Лапласа [3], имеет вид:



1 – единичный скачок; 2 – равномерно возрастающее напряжение от нуля до 1В

Рисунок 1 – Единичный скачок напряжения и равномерно возрастающее напряжение от нуля до 1В за время τ .

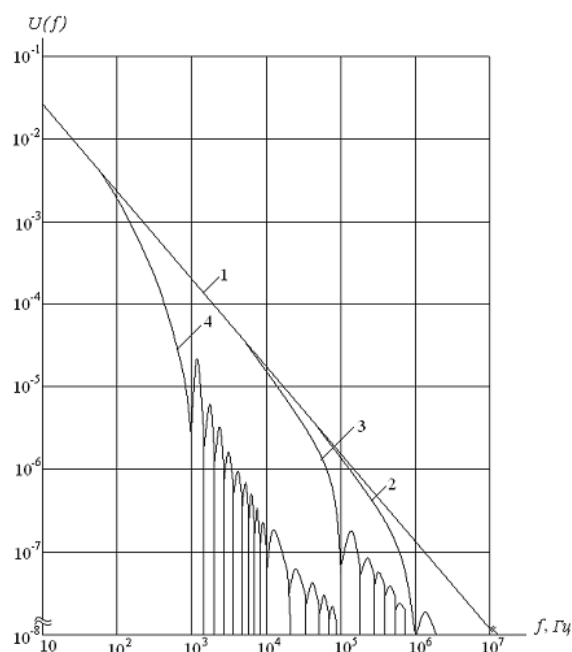
$$S_1(p) = \frac{K}{p^2} (1 - e^{-p\tau}), \quad K = \frac{1}{\tau}, \quad (3)$$

где τ - время нарастания напряжения.

Модуль спектра напряжения определяется соотношением

$$S(\omega) = \frac{1}{\omega\tau} \cdot \frac{\sin \omega\tau}{\omega\tau}, \quad (4)$$

и представлен на рисунке 2.



1 – единичный скачок; 2 - $\tau = 1$ мкс; 3 - $\tau = 10$ мкс; 4 - $\tau = 1$ мс

Рисунок 2 – Спектральная плотность амплитуды единичного скачка и равномерно возрастающего напряжения от нуля до 1В

Определим реакцию на выходе корректирующего усилителя регенератора на единичный скачок напряжения в линейной цепи СЦБ.

Спектральная плотность амплитуд единичного скачка на входе регенератора $S_2(j\omega)$ равна:

$$S_2(j\omega) = S_1(j\omega) \cdot K_0(j\omega), \quad (4)$$

где $K_0(j\omega)$ - передаточная функция взаимного влияния по закону ближнего конца между цепями СЦБ и связи:

$$K_0(j\omega) = \exp(-A_0(\omega)) \cdot \exp(-jB_0(\omega)), \quad (5)$$

где $A_0(\omega)$ и $B_0(\omega)$ - соответственно амплитудно и фазочастотная характеристика переходного затухания на ближний конец цепи.

На выходе корректирующего усилителя спектр напряжения помехи имеет вид:

$$P(j\omega) = S_2(j\omega) \cdot H(j\omega) = S_1(j\omega) \cdot K_0(j\omega) \cdot H(j\omega), \quad (6)$$

где $H(j\omega)$ - передаточная функция корректирующего усилителя регенератора:

$$H(j\omega) = \exp(H(\omega)) \cdot \exp(-j\varphi(\omega)), \quad (7)$$

где $H(\omega)$, $\varphi(\omega)$ - амплитудно и фазочастотная характеристики усиления корректирующего усилителя.

Корректирующий усилитель регенератора ИКМ-120 имеет практически линейную фазочастотную характеристику [4], поэтому в дальнейших расчетах она не учитывалась.

Форма переходной помехи на выходе корректирующего усилителя определяется обратным преобразованием Фурье:

$$U_n(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} P(j\omega) \cdot \exp(j\omega t) d\omega. \quad (8)$$

В интересующем нас случае требуется определить форму помехи $U_n(t)$ при наличных значениях времени нарастания напряжения в линейных цепях СЦБ и различных значениях усиления корректирующего усилителя регенератора (длины участка регенерации) и сравнить максимальное значение $U_{n, макс}$ с $U_{доп.вр}$.

Как следует из (6) форма переходной помехи $U_n(t)$ зависит от частотных характеристик затухания и фазы между цепями СЦБ и связи. Для конкретных комбинаций взаимовлияющих цепей величины $A_0(f)$ и $B_0(f)$ значительно отличаются. Наиболее неблагоприятными, с точки зрения формы и максимального значения $U_n(t)$, являются монотонные частотные зависимости $A_0(f)$ и $B_0(f)$, поскольку в этом случае не возникает искажений формы $U_n(t)$. Поэтому при расчетах использовались минимальные из измеренных сглаженные характеристики $A_0(f)$ и $B_0(f)$, приведенные на рисунке 3. Амплитудночастотная характеристика усиления корректирующего усилителя регенератора ($H(f_0) = 40$ дБ) показана на рисунке 4. Результаты расчета формы переходной помехи $U_n(t)$ приведены на рисунке 5, где кривая 1 соответствует единичному скачку напряжения. Форма кривой $U_n(t)$ представляет собой затухающее гармоническое колебание с периодом, близким к периоду следования импульсов ЦПС ИКМ-120.

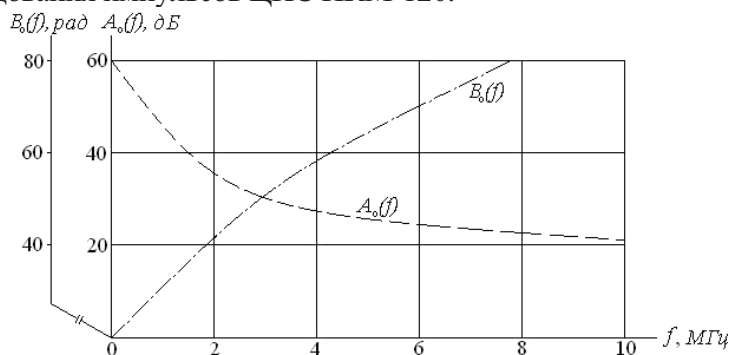


Рисунок 3 – Сглаженные и усредненные частотные зависимости переходного затухания и фазы на ближний конец цепи

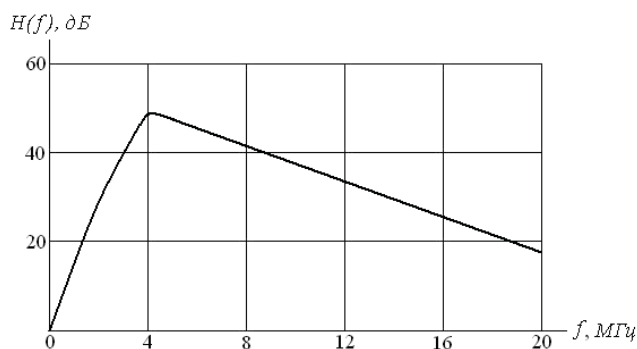
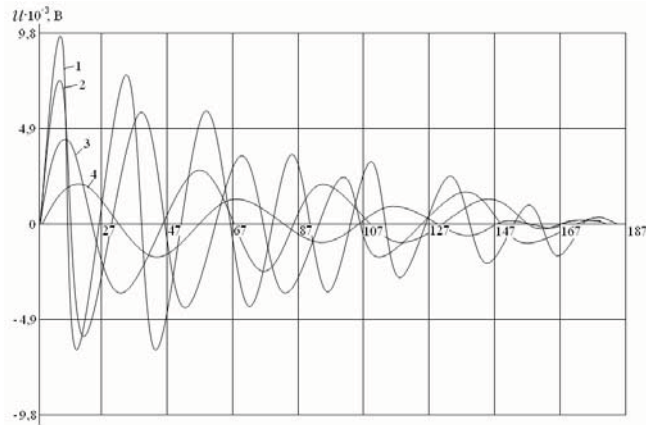


Рисунок 4 – Частотная характеристика усиления корректирующего усилителя регенератора ИКМ-120

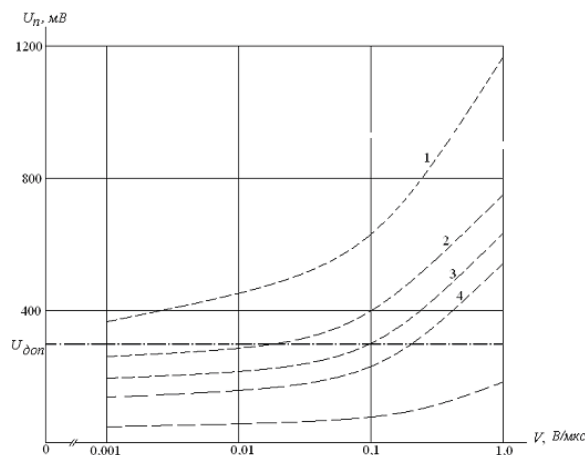


1 – единичный скачок напряжения, 2,3,4 – соответственно при длительности линейного нарастания фронта импульса 1, 10 и 1000 мкс

Рисунок 5 – Реакция корректирующего усилителя регенератора ЦСП ИКМ на единичный скачок напряжения в цепи СЦБ

На рисунке 5 также приведены формы $U_n(t)$ при времени нарастания 1, 10 и 1000 мкс, что соответствует скорости нарастания V соответственно 1; 0,1; 0,01 В/мкс. Из сравнения этих кривых с кривой 1, соответствующей единичному скачку напряжения, следует, что снижение скорости нарастания напряжения приводит к уменьшению значения наибольшего выброса на выходе корректирующего усилителя и увеличению периода затухающего синусоидального колебания.

На рисунке 6 приведены зависимости максимального напряжения на выходе корректирующего усилителя от скорости нарастания напряжения в линейной цепи СЦБ при различных значениях напряжения питающего устройства. Из кривых (рисунок 6) видно, что при скорости нарастания, меньшей 0,01 В/мкс, происходит медленное снижение амплитуд напряжений на выходе корректирующего усилителя. Учитывая трудность технической реализации фильтров нижних частот, предназначенных для работы в широком диапазоне частот, из-за необходимости учета межвитковой емкости катушек индуктивности и индуктивности конденсатора, целесообразно для уменьшения помех от скачков напряжений изготовить фильтр нижних частот со скоростью изменения напряжения на его выходе 0,01 В/мкс при подаче на его входе скачка напряжения.



1 - $U = 150 В$; 2 - $U = 100 В$; 3 - $U = 80 В$; 4 - $U = 60 В$; 5 - $U = 24 В$

Рисунок 6 – Зависимость максимального напряжения помехи на выходе корректирующего усилителя от скорости нарастания напряжения в цепи СЦБ

Как следует из приведенных расчетов (рисунок 6), при скорости нарастания напряжения ($U = 100 В$) во влияющей цепи СЦБ 0,01 В/мкс максимальная амплитуда помехи $U_{n, макс}$ на выходе корректирующего усилителя не превосходит $U_{дон.ек}$. Усиление корректирующего усилителя регенератора $H(f_0) = 46 дБ$ в этом случае соответствует длине участка регенерации 4,3 км. Из результатов расчета следует, что вероятность совпадения импульсов $P_{n,n}$ при влиянии 10 источников помех составляет $2 \cdot 10^{-3}$. Учитывая $P_{n,n}$, а также действие помех от неучтенных источников помех, с запасом, приводящим к уменьшению $H(f_0)$ на 3,5 дБ, примем длину участка регенерации ЦСП, равной 4,2 км.

Выводы

Защитные фильтры должны использоваться совместно с цепями защиты – варисторами. Проверка эффективности их совместного использования была выполнена физическим моделированием коммутационных процессов в цепях СЦБ на длине регенерационного участка $l_{py} = 4 км$. Как показали исследования, использование двух названных устройств обеспечивает практически полную защиту линейного тракта ИКМ-120 от помех с коммутационными процессами в цепях СЦБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Солоненко В.Г., Михалкова Е.Г. Оценка влияния переходных помех на помехоустойчивость регенератора ИКМ-120 // «Транспорт Евразии XXI века» Мат-лы Пятой междуна. науч.-прак. конф., посвящ. 50 лет. Образования Каз. ж. дор. - Алматы, 2008. – Т. 4. - С. 5 -9.
2. Михалкова Е.Г. Разработка устройств защиты от ошибок в ЦСП ИКМ-120 // «Транспорт Евразии XXI века» Мат-лы Пятой междуна. науч.-прак. конф., посвящ. 50 лет. Образования Каз. ж. дор. - Алматы, 2008. – Т. 4. - С. 9 – 13.
3. Корн. Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. –М.: Гл.ред. физико-математической литературы, 1984. – 831 с.
4. Левин Л.С., Плотник М.А. Цифровые системы передачи информации. – М.: Радио и связь, 1999. – 216 с.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 669.35.074.669.539.5

**Машеков Серик Акимович – д.т.н., профессор (Алматы, КазНТУ)
Бекмуханбетова Шолпан Ахметбаевна – ст. преподаватель (Алматы, КазНТУ)
Абдигалиева Мадина Сапаровна – ст. преподаватель (Алматы, КазНТУ)**

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОХЛАЖДЕНИЯ РУЛОНОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРЯЧЕКАТАННЫХ ТОНКИХ ПОЛОС

Технология производства полосовой стали на широкополосных станах горячей прокатки предусматривает охлаждение полос на отводящем рольганге и смотку полос в рулоны при $500 \div 740$ °С, после чего рулоны поступают на склад, где остывают до $20 \div 80$ °С в течение $2 \div 3$ суток (в зависимости от массы рулона). Структура и свойства